

電氣設備의 트러블 對策

9

제 3 장 漏電과 應急處理의 노하우

III. 電路에서의 漏電체크

電氣는 현재 사용되고 있는 에너지 가운데 가장 안전성이 높아 우리들의 일상생활에 필요 불가결한 것이다. 그러나 안전성이 높다고 알려진 電氣도 사용상태, 취급방법을 잘못하면 돌이킬 수 없는 사고를 유발할 염려가 있다. 電氣에 의한 사고를 防止하기 위해서는 날마다 전기설비의 점검으로 사고의 原因이 되는 것을 미연에 발견하여 설비의 양호한 운용을 기하고 또 事故가 발생하였을 경우에는 정확한 판단과 조치로 異常原因을 신속히 발견하여 제거함으로써 사고의 확대를 방지하는 것이 중요하다. 따라서 특히 電路에서의 漏電체크방법에 대하여 기술함으로써 電路의 점검과 사고발생시의 조사에 참고가 되었으면 한다.

1. 漏電事故의 主要發生原因

다음에 중요한 발생원인과 각각의 발생원인에 대하여 구체적으로 설명하여 본다.

가. 工事의 施工 不完全

(i) 건물의 모양변경 등의 개조공사중에 전선

에 못, 나사를 박는다.

- (ii) 공사중에 사용되는 공구에 의하여 전선피복을 損傷
- (iii) 금속관 入線時 전선피복을 손상
- (iv) 전선접속부에서의 壓着, 테이프 감기의 불량 등
- (v) 充電된 不用電線말단의 단말처리 불량
- (vi) 電線防護管, 방호물의 미설치

나. 유지보수管理者의 點檢時 看過

- (i) 전선·배선기구의 오손, 침수의 看過
- (ii) 電路의 설치위치의 불량에 의한 전선피복의 손상, 配分電盤의 파손, 오손의 看過
- (iii) 기타(가)에 열거한 요인을 점검시 看過

다. 電路의 周圍環境에 의한 것

- (i) 금속관, 배선기구에 빗물의 침입과 실내온도, 습도의 상승에 의한 結露
- (ii) 쥐에 의한 전선피복의 손상(특히 식료품 취급장소에 많음)

라. 使用者의 電路設備取扱 不注意에 의한 것

〈표 1〉 漏電事故의 發生要因

外的要因		發 生 要 因
물		공사중에 使用工具에 의한 電線被覆을 손상
		金屬管入線時의 電線被覆손상
		電線접속부의 壓着, 테이프감기 不良
		電線末端의 端末處理不備
습기		電線防護管, 防護物의 未設備
		電線, 配線器具의 오손, 파손
진동 (충격)		電線防護管, 防護物의 파손, 탈락
		非專門人공사에 의한 電線被覆손상
		취에 의한 電線被覆손상
		配分電盤의 오손, 파손
		電線, 配線器具의 설치위치不良에 의한 손상, 파손

- (i) 非專門人에 의한 공사로 전선피복의 손상 및 전선의 접속 不完全, 機器에 전선 연결 不備
 - (ii) 전선, 배선기구를 파손된 채 그대로 사용한 것
 - (iii) 電路에 물이 흘러 배선기구에 침수
- 이상 누전사고의 주요 원인과 그 요인에 대하여 기술하였으나 누전사고는 발생원인과 외적인 요인으로 물, 습기, 진동(충격) 등이 겹쳐서 발생하는 예가 많다고 생각된다. 그 관계를 표 1에 표시했다.

2. 電路에서의 漏電防止 點檢포인트

電路에 있어서 발생이 예상되는 사고의 주요 원인으로 누전, 단락, 과부하, 欠相 등을 들 수 있다. 이 가운데 過電流에 의한 사고인 過負荷, 短絡에 대해서는 電路에서 발생하는 率이 높으므로 電路에는 반드시 過電流保護장치가 설치되어 있다. 그러므로 電路에서 過負荷, 短絡事故가 발생하였을 때에는 過電流保護장치의 동작표시에 의하여 사고의 발생이 쉽게 확인되어 사고발생후 곧 사고점의 발견, 사고원인의 探查를 실시하게 됨으로써 사고의 계속으로 인한 설비피해의 확대 및 인체에 미치는 피해를 최소화할 수

있다. 그것에 비하면 電路에서의 漏電事故에 대한 보호는 법규상 漏電遮斷器의 설치의무가 있는 電路 이외에서는 설치의무가 없는 것을 이유로 설치가 지연되고 있다. 漏電保護장치의 未設置 電路에서는 누전이 발생하여도 그것에 주의하지 않고 설비를 사용하여 重大災害(감전, 화재 등)를 유발하게 된 다음에 비로소 電路의 누전개소를 발견하는 경우가 많다. 災害發生後 비로소 위험성을 재인식하고 漏電보호장치를 뒤늦게 설치하는 예를 볼 수 있다.

漏電保護裝置가 설치되어 있는 電路에는 처음부터 설치되지 않은 電路에서의 누전완전방지를 위해서도 漏電체크(Check)를 실시할 때 누전의 발생원인을 검토하여 중요점검 포인트를 확인하여 체크할 필요가 있다.

표 2에 電氣設備技術基準에 의한 地絡遮斷장치의 설치의무를 표시했다.

〔電路의 重要點檢 포인트〕

가. 配線一般

- (i) 건물의 모양변경, 用途변경 등에 의하여 配線工事의 種別, 電線의 종류 및 굵기, 시공방법에 不適當한 것이 없는가.
- (ii) 메탈로스(Metal Loss), 와이어로스(Wire

〈표 2〉 電氣設備技術基準에 의한 地絡遮斷 裝置의 設置義務

(無-설치의무 없음)
(有-설치의무 있음)

對象 電路	回 路 電 壓	300V 이하		300V 초과	
		對 地 電 壓	150V 이하	150V 초과	300V 이하
사람이 쉽게 접촉할 열려가 있는 장소에 설치되는 使用電壓 60V를 초과하는 金 屬製 外函을 가진 低壓機器에 電氣를 공급하는 電路(電技 42條) 그외에 제178조, 2,5호 제209조 2항 제245조 1항9호 3항4호 제246조 3항2호 4항3호 제249조 1항6호 제255조 4항3호	發電所, 變電所, 開閉所 등에 시설하는 경우		無	無	無
	乾燥한 장소에 시설하는 경우		無	無	有
	물기가 있는 場所에 시설하는 경우		有	有	有
	온기가 많은 場所에 시설하는 경우		無	有	有
	非接地式 電路의 경우		無	無	有
	機器에 시설된 第3種 또는 特別 第3種 接地工事의 接地抵抗値 가 3Ω 이하인 것		無	無	有
	電氣用品安全管理法の 적용을 받는 二重絶緣構造의 機器를 시설 하는 경우		無	無	-
	機器가 고무, 合成樹脂, 其他의 絶緣物로 被覆된 것일 때		無	無	有
	機器가 誘導電動機의 二次側電路에 접속되는 것일 때		無	無	有
	機器內에 電氣用品安全管理法の 적용을 받는 漏電遮斷器를 설 치, 특히 電源引出部가 손상을 입을 열려가 없도록 시설할 때		無	無	-
試驗用變壓器, X線發生장치, 電氣浴器, 電氣爐, 電氣보일러, 電解槽 등 大地로부터 絶緣하는 것이 技術上 곤란한 것을 접속 할 때		無	無	有	
住宅의 屋內電路에 시설하는 定格消費出力 2kW 이상의 機器에 電氣를 공급하는 電路		無	有	-	
地上에 施設하는 電路의 電線이 캡타이어 케이블일 때		無	無	有	

Loss) 붙임 또는 金屬板이 붙은 造營材와의
離隔距離가 적정한 것인가, 전선의 被覆,
磚管 등에 손상이 없는가.

(iii) 電線接續部가 과열되어 있지 않은가

나. 磚子工事

(i) 電線의 造營材를 관통하는 個所의 磚管에
파손, 龜裂이 없는가.

(ii) 電線의 皮복 및 磚子の 파손, 龜裂이 없는
가.

다. 金屬管工事

(i) 管端의 부상에 파손된 것, 脫落되어 있는
것은 없는가.

(ii) 濕氣가 많은 장소, 물기가 있는 장소에서

의 金屬管內의 침수, 結露는 없는가.

라. 플로어 덕트工事(Floor Duct work)

덕트, 박스내에 물이 들어가지 않도록 밀봉되
어 있을 것.

마. 케이블工事

外傷을 받을 열려가 있는 장소에서의 防護裝置
는 적절한가(특히 천장, 벽 등의 改修, 모양변경
등이 있는 장소에 충분한 주의를 할 것)

바. 配分電盤

(i) 電線管을 통해 雨水가 들어간 흔적은 없는
가.

(ii) 屋側, 屋外에 시설된 分電盤 등은 防水形으로 사용되고 있는가.

사. 電球線

電球線은 造營材에 固定되어 있는가 또 皮복이 손상되어 있는 것은 없는가.

아. 配線器具

開閉器 등이 파손되어 있는 것은 없는가.

3. 漏電事故 發生時的 체크

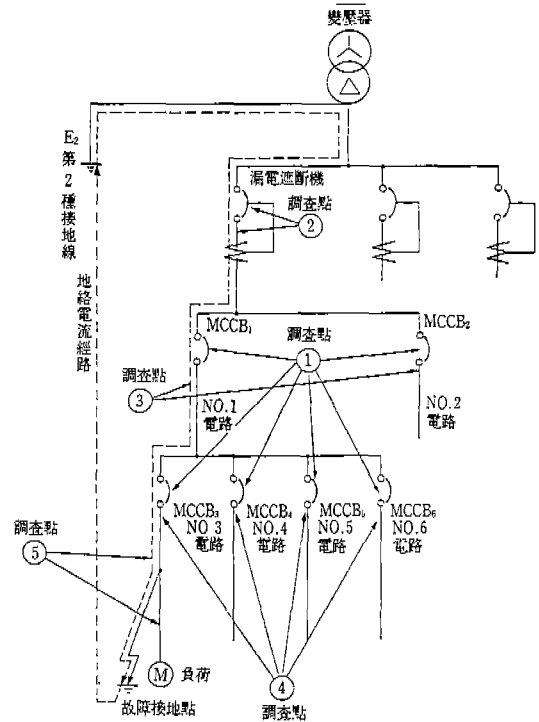
電路에서 漏電事故의 발생시에는 事故地點의 발견을 주요목표로 하여 사고전로의 배선계통을 잘 확인하여 사고시의 상황을 충분히 파악하는 것이 중요하다. 작업에 임할 때에는 자기의 경험을 과신하지 말고 올바른 절차에 따라 시행하는 것을 염두에 두고 작업내용을 신중히 검토하여 測定範圍의 확인, 事故電路의 사고직전의 가동상태 확인, 조사시의 充電部分과의 접근에 주의하여 작업안전의식을 가지고 조사한 연후에 작업에 들어간다. 작업개시후에는 신속하고 확실하게 조사측정하여 故障接地點을 발견하여 事故點을 제거한다. 作業內容의 검토를 소홀히 하고 당황하여 작업을 함으로써 2차 災害를 일으키는 일이 절대로 있어서는 안된다.

事故例 1. 電路의 分岐幹線에 設置된 漏電遮斷器가 作動되었을 때의 故障接地의 체크

그림 1의 電路를 例로 들어 故障接地點의 체크에 대해 해설하기로 한다.

【測定方法의 決定과 調査順序】

電路幹線에 설치하는 漏電遮斷器에는 過負荷, 短絡保護兼用形이 사용되므로 漏電遮斷器의 정상 작동시에는 地絡, 短絡, 過負荷의 3가지 작동원



<그림 1>

인을 생각할 수 있다. 일반적으로 漏電遮斷器가 작동했을 때 원인도 조사하지 않고 재투입을 하는 경우가 많으나 電路의 短絡 또는 地絡이 있을 경우에도 地絡相에 따라서는 漏電遮斷의 再投入時에 커다란 故障電流가 흘러 설비의 손상에까지 이르는 일이 있으므로 설비의 손상을 방지하기 위해서는 반드시 원인조사를 하고 再投入해야만 한다.

事故電路의 조사는 無電壓상태에서 電路의 良否를 판정하여 異常이 발견되지 않은 電路로부터 순차적으로 復電하는 順序를 취해가는 방법이 가장 적합하다. 以下の 조사는 漏電遮斷器設置 이후의 電路를 메저(絶緣抵抗計)로 측정하여 電路絶緣抵抗値의 良否를 판단하는 것으로서 故障接地點을 검사해 간다.

調査點 ① 分岐回路 스위치의 開放

漏電遮斷器設置點 이하의 전로에 있는 分岐回

로 스위치를 모두 개방한다. 이것은 測定範圍를 분할함으로써 故障接點이 없는 電路의 復電을 순조롭게 실시하기 위한 것이다.

調査點 ② 漏電遮斷器 作動原因의 判定

누전차단기의 作動에는 정상작동-漏電短絡, 過負荷에 의한 작동과 오동작-漏電遮斷器 자체의 고장, 회로의 조건(電動機 始動電流, 서지電壓, 對地靜電容量, 外部磁界의 영향)에 의한 동작이 있어 정상작동인가 오동작인가의 판단을 漏電遮斷器 작동직전의 負荷稼動狀態의 확인에 의하여 過負荷의 판정, 電路-大地間의 메거 측정에 의한 漏電의 有無判定, 電路상호간의 메거 측정(누전차단기를 벗기는 방식이나 半導體增幅式은 負荷側 電線을 떼어놓지 않고 측정하면 半導體增幅部를 파손할 염려가 있기 때문에 負荷側의 전선을 누전차단기의 端子에서 떼어놓고 측정한다)에 의하여 短絡의 有無를 판정하는 것으로 정상작동인가를 확인하고 또 정상작동의 원인이 발견되지 않을 때는 漏電遮斷器를 투입하여 誤作動하는가를 확인하여 판단한다.

調査點 ③ 分岐回路幹線 스위치 MCCB₁, MCCB₂ 設置點에서의 調査

처음에 MCCB₁, MCCB₂의 단자들레에 아크 흔적의 유무를 확인한다. 그 다음에 No.1, No.2 電路의 電路-大地間, 電路상호간의 메거를 측정하여 漏電, 短絡의 유무를 확인한다. 異常이 없을 때에는 MCCB₁, MCCB₂를 순차 투입하여 No.1, No.2 電路의 復電으로 漏電遮斷器가 작동하지 않는 것을 확인한다.

調査點 ④ 分岐스위치 MCCB₃~MCCB₆ 設置點에서의 調査

調査點 ③과 똑같이 MCCB₃~MCCB₆의 단자들레에 아크 흔적의 有無를 확인한다. No.3~No.6 電路의 電路-大地間, 電路상호간의 메거 측정(이때 負荷機器는 電路로부터 단절한다)에 의하여 漏電, 短絡의 有無를 확인한다. 漏電電路를 발견하였을 때에는 漏電電路 이외의 分岐스위치

를 투입하여 各電路를 復電하고 누전차단기가 작동하지 않는가를 확인한다.

調査點 ⑤ 漏電電路의 故障接地點 발견조사

漏電電路의 電線露出部分을 눈으로 확인點檢하여 발견되지 않을 때에는 배관, 전선접속용 박스의 설치 위치를 찾아 電線接續用 박스가 있으면 접속부의 단절로 事故電路를 세분화시켜 故障接地點을 발견한다. 박스內부의 電線접속부를 단절하려고 할 때 다른 分岐電路로부터 充電電線이 있을 경우에는 박스내의 充電線을 無電壓狀態로 하여 작업을 실시한다.

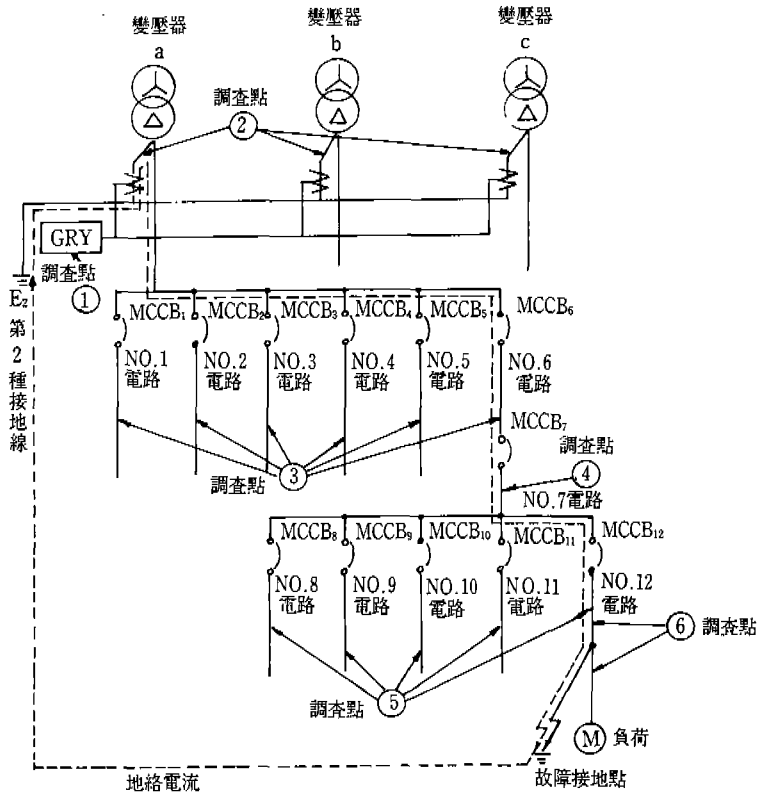
단절하고 작업을 할 때 아울러 박스내의 아크 흔적의 有無, 침수의 흔적이 있는가, 汚損상태, 테이프 감기는 적정하게 시공되어 있는가를 체크하여 이 時點에서 故障接地點이 발견되었을 경우에는 應急處置가 가능한 상태에서 처치를 한다. 메거 측정에 의한 故障接地點의 개수를 확인하고 漏電電路 分岐스위치를 투입하여 漏電遮斷器의 不動作을 확인한다. 調査點 ②, ③의 電路가 누전 전로였을 때에도 調査點 ⑤에서의 調査와 똑같은 작업을 실시한다. 이때 눈으로 確認點檢에 의한 체크를 잘하면 故障接地點을 발견하는 데에 효과가 있다.

事例 2 變壓器 第2種接地點에 설치한 漏電警報器가 작동하였을 경우의 故障接地點의 체크

그림 2의 電路를 예로 하여 故障接地點의 체크에 대해 해설하기로 한다.

【測定方法의 決定과 調査順序】

漏電警報器는 警戒電路에 漏電이 발생하였을 때 경보 및 표시에 의하여 漏電의 발생을 알리는 기기로서 電路에의 電源을 차단하는 機能을 가지고 있지 않다. 이 예의 경우 故障接地點을 발견하는 수단으로서 電路에 흐르는 地絡電流를 측정할 수 있는 클램프式 漏洩電流計를 사용하면, 메거에 의한 측정과 비교하여 漏電電路 이외의 電路를 정전하지 않고 漏電電路의 발견을 용이하게



<그림 2>

한다. 근년 전기설비의 누전을 체크하는데 클램프식 누전電流計(이하 리크 미터라 함)를 사용하는 예가 많아짐으로써 이 예에서는 리크 미터에 의해 누전電路를 발견하는 방법을 사용하기로 한다. 아울러 리크 미터의 사용방법에 대하여도 기술한다.

調査點 ① 漏電警報器 設置점에서의 調査

漏電警報器의 復歸버튼의 조작으로 누전상태의 계속 유무를 확인한다. 누전이 계속되고 있을 때에는 整定值 탭의 변환으로 地絡電流의 대체적인 크기를 파악한다. 誤動作의 경우 調査點 ②의 제 2 중점지선의 측정으로 확인된다. 그리고 누전경보기의 誤動作原因은 前例의 누전차단기의 誤動作原因과 거의 같다.

調査點 ② 變壓器 第 2 種接地線에서의 調査

a, b, c 變壓器의 각각 제 2 중점지선(變壓器

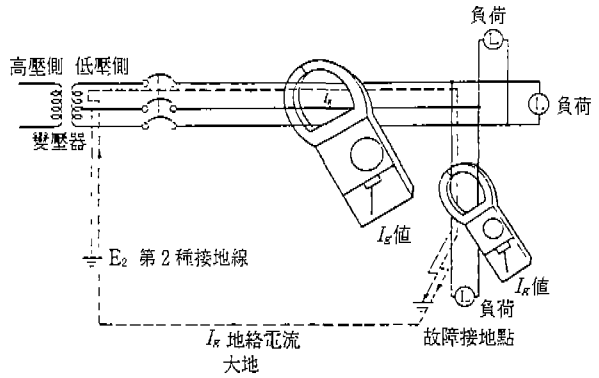
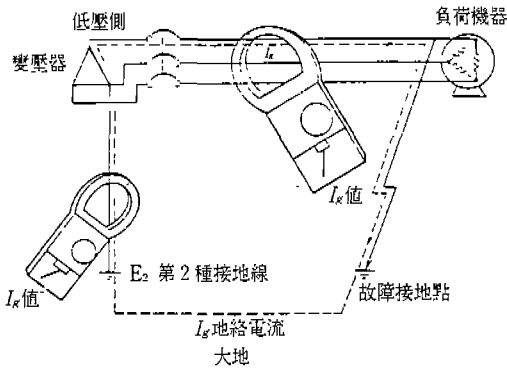
第 2 種接地線은 당초부터 측정하기 쉬운 위치에 經路變更을 하고 있는가 또는 高壓充電部에 접근하지 않고 측정할 수 있는 상태에 있을 것)을 리크 미터로 측정하여 어느 變壓器의 저압측 電路에서 누전이 발생되고 있는가를 확인한다.

그런데 리크 미터는 외부 磁界의 영향을 거의 받지 않는 것을 사용하지만 측정위치가 대전류가 흐르고 있는 전선에 접촉할 것같은 위치라면 정확한 地絡電流值가 측정되지 않으므로 측정시에는 이점을 충분히 배려하도록 한다.

제 2 중점지선에서의 리크 미터의 측정방법은 그림 3을 참조.

調査點 ③ 分岐스위치 MCCB₁~MCCB₆ 設置點에서의 調査

여기서는 리크 미터를 分岐電路(No.1~No.6 電路)의 각 전선에 3선一括로 클램프하여 누전



〈그림 3〉

電路를 확인한다.

이때 전선이 너무 굵어 클램프되지 않는 電路가 있을 때는 調査點 2에서 측정할 때 漏電電路 第2種接地線에 리크 미터를 클램프한 상태로서 당해 分岐電路 스위치의 개폐조작을 실시하여 누전의 유무를 확인한다. 그림 3에는 3相電路, 單3電路, 單2電路의 전선이므로 리크 미터에 의하여 地絡電流를 측정할 때의 방법을 표시했다.

調査點 ④ 分岐幹線 스위치 MCCB₇ 設置點에서의 調査

調査點 ③과 똑같은 측정을 한다.

調査點 ⑤ 分岐스위치 MCCB₈~MCCB₁₂ 設置點에서의 調査

리크 미터를 사용하여 No.8~No.12 電路의 各電線을 측정하여 漏電電路의 발견에 노력한다. 이 時點에서의 측정에서는 다른 電路의 充電部分에 접근하는 일이 있는데 이때의 리크 미터를 사용하는 데는 충분한 주의가 필요하다.

調査點 ⑥ 漏電電路에서의 故障地點의 發見調査

漏電電路의 전선에 리크 미터를 클램프하여 측정위치를 이동함으로써 電路의 細分化를 기하고 고장점지점을 발견한다. 다만 전선을 금속관에 모아서 배선하고 있을 때 금속관의 접지공사위치를 잘 확인하여 측정할 필요가 있다.

리크 미터에 의한 조사는 測定電路를 충전상태에서 측정하기 때문에 메거 측정에 의할 때 일단

은 안전상의 주의가 필요한데, 故障接地點의 조사에는 대단히 효과가 있으므로 안전작업 順序의 勵行, 보호구의 완전사용을 충실히 실행하여 앞으로 전기설비의 누전 체크에 활용되었으면 한다.

4. 電路에서의 漏電發生個所의 應急處置

電路에서 누전사고가 발생하였을 때 조사하여 고장점지점을 발견했다면 그 장소에 가능한 범위의 應急處置를 실시, 사고전로를 신속히 복구하여야 한다. 아래에 應急處置가 가능한 개소와 처치방법을 기술한다.

(i) 電路에서의 전선접속부분에 사용하는 금속제 박스내의 전선접속부, 박스의 덮개와 함께 삽입에 따른 電線被覆部 : 응급처치
- 電線接續部, 被覆損傷部에 테이프 감기를 실시, 테이프 감기는 2회(4층) 이상, 그 전선의 피복절연체의 두께 이상으로 감아 붙인다. 더러운 데가 있으면 청소도 함께 실시한다.

(ii) 金屬管端의 전선피복 손상부 : 응급처치
- 피복손상부에 테이프를 감는다((i)과 동일한 실시방법으로), 부싱이 탈락한 것은 元位置에 돌려 고정시킨다.

(iii) 電線이 造營材를 관통하는 부분의 電線被覆 損傷部 : 응급처치

-피복손상부에는 테이프를 감는다((i)과 동일한 실시방법), 磚子管이 脫落되어 있을 경우에는 磚子管을 정상의 위치로 돌려놓고 磚子管을 고정시킨다.

(iv) 스위치 박스內의 박아놓은 나사못에 의한 電線被覆손상부: 응급처치

-被覆損傷部에 테이프 감기실시((i)과 同一한 실시방법), 나사못을 적정한 길이로 교환한다(나사못의 길이가 너무 길어서 전선피복을 손상하였을 때).

(v) 充電된 不用電線의 充電部가 노출된 端末部: 응급처치

-전선을 電源側에서 回路로부터 끊는다. 절단

하기 곤란한 경우에는 電線端末部에 테이프 감기를 확실히 실시하여 사람 또는 물체가 닿지 않도록 한다.

* * *

電路에서의 누전을 체크하는 방법으로 이상과 같이 일반적인 방법을 기술하였으나 최근 저압관계에서의 漏電事故는 감소되지 않고 있는 상황이며, 그 보호장치로서 누전차단기가 市中에 출하고 있다. 漏電遮斷器는 감전, 누전화재에 대한 보호에 대단히 효과적이므로 사용되는 電路, 機器에 가장 적합한 것을 설치하여 電氣設備에서의 災害발생 방지에 누전 체크와 더불어 이용하기를 바란다.

IV. 機器의 漏電체크方法

電氣는 현대의 기업 및 가정에 있어서도 不可缺의 것이다. 電氣의 은혜는 일상생활을 비롯하여 生産活動의 場에 있어서는 光이나 熱·動力으로 變形되어 편리하게 이용되는 에너지인 것이다.

그러나 대단히 편리한 반면, 취급방법을 잘못하면 人的·物的으로 위험과 손실을 자초하기도 한다. 그것은 감전, 화상, 전기화재, 설비의 손상, 파괴와 같은 여러 가지 모양으로 나타나고 있다. 電氣도 고압 3kV, 6kV, 特別高壓 22kV, 22.9kV, 66kV와 같이 高電壓의 취급은 전문가에게 맡겨져 있으며 그것들의 설비는 항상 위험하다고 하는 것은 일반적 상식으로서 위험하다는 생각을 누구나 가지고 있기 때문에 그 취급도 신중을 기하고 있다.

그런데 100V, 200V와 같은 低電壓이면 일상생활과 밀착되어 있어 평상시의 취급이 간단한 것도 있으므로 위험하다는 것을 잊어버리기 쉬워 安易하게 취급하는 경우가 많아 자칫하면 낮은 전압에서 의외로 많은 電氣 災害가 발생되고 있는 실정이다.

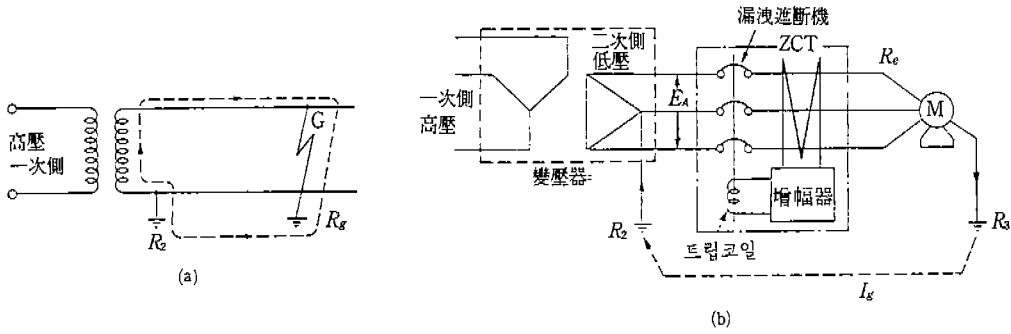
한편 많은 機器가 제조·사용되고 있는 것으로 電氣的 保護를 위한 絶緣物의 강화, 발전에 따라 절연불량도 감소되어 왔으나 電氣災害는 全無하다고는 할 수 없다. 다만 오늘날에는 電氣災害방지에 유력한 것은 漏電遮斷器로서 설치의무도 규정되어 있고 최근에는 누전차단기의 신뢰성도 높고, 사용하기 편리한 것으로서 각각 특색있는 제품이 시중에 나오고 있다. 그러면 일반적인 低電壓에서 위험하다고 보이는 漏電(漏洩電流라고도 함)에 대하여 설명한다.

1. 漏電의 原因

電路의 漏洩電流 발생원인으로서는 高電壓과 低電壓 100V, 200V, 400V로 나누어져 있으나 여기서는 低電壓을 주로 취급하기로 한다.

漏電은 電氣機器나 配線의 설비장소에서의 온도, 습도, 먼지의 축적, 配線工事의 불량, 經年經過에 의한 전기설비의 絶緣劣火로부터 발생하는 경우가 많다.

動力의 경우를 보면 電氣機器의 外部 등에 위험한 전압이 발생하여 보통은 전기가 통하지 않는 곳(大地)에 전류가 흐르는 상태이며 이를 正



〈그림 1〉 漏洩電流의 經路

規의 閉路에서 새나오는 漏電 또는 漏電電流이라고 하고 또 電氣機器의 外部 등에서 발생하는 위험한 電壓을 故障電壓(電位)이라 부르고 있다.

한편 전기배선과 大地의 絶緣불량에 의하여 흐르고 있는 電流는 화재로서 일반적으로 특히 漏電火災로 취급을 받는 원인이 되는 가장 무서운 요인이다.

이것들의 개요를 보면 그림 1과 같은 點線으로 표시하는 漏洩電流의 經路가 된다.

그림 1(a)의 G點에서 地絡이 생겼을 때(電路의 絶緣不良 등), 電源의 電壓을 E라 하면 點線으로 표시한 바와 같이 地絡電流의 回路가 성립되어 電流 I_g 가 흐르는데 이 I_g 의 크기는 電源電壓과 地絡電流回路의 임피던스에 의하여 결정된다. 예를 들면 변압기의 저압측에 설치된 제 2 중점지 저항 R_2 가 무한대일 때는 地絡電流가 흐르지 않으나 逆으로 R_2 와 접지점에서의 R_g 의 抵抗値가 零에 가까울 때는 대단히 큰 電流가 흐르게 된다. 또한 그림 1(b)의 경우에는 動力回路에서 누전이 발생하였을 경우의 기본적 회로도이다. 이 그림에서 漏洩電流가 생겼을 때 地絡電流 I_g 가 흐르는 電動機의 케이스와 大地間에 V라고 하는 電位가 발생하는데 이때 電動機는 第3種 接地가 설치되어 있는 것이 일반상식이지만 혹시라도 접지가 되어 있지 않았다면 케이스에는 공급電壓 E_L 의 電壓이 그대로 나타나므로 사람이 접촉되면 대단히 위험한 상태로 될 수밖에 없다. 이것을 式으로 표현하면

$$V = I_g R_3 = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} E_L$$

$$R_1 = 0 \dots \dots \dots (\text{데어스의 경우})$$

$$V = \frac{R_3}{R_2 R_3} E_L = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_3}} E_L$$

로 된다.

2. 電氣機器의 漏電

電氣機器에 있어서 누전의 主要原因은 다음과 같은 것이 있다.

- (i) 電動機捲線, 使用電線, 케이블 등의 絶緣劣化 또는 被覆의 파손
- (ii) 機器에의 配線 단자, 스위치 단자의 접속 불량 및 締結不良에 따른 접속부의 처리 불완전으로 인한 헐거움, 탈락 때문에 充電部가 다른 것과 접촉
- (iii) 移動用 전기기기류(電氣드릴 등)의 전기회로 접속부분의 헐거움, 탈락, 스위치部의 開閉機構의 締結不完全, 진동, 移動 등 장기사용으로 인한 스위치, 나사의 헐거움으로 접촉불량 등
- (iv) 家庭 등에서 비전문인에 의한 전기배선공사의 접속불완전, 배선에 못을 박아 絶緣피복의 파괴에 의한 것

등을 열거할 수 있다.

高電壓의 경우 機器 및 配線의 絶緣劣화는 주요한 누전의 原因이 된다.

이와 같이 漏電事故의 방지 및 대책으로서 종래에는 絶緣抵抗計(메거) 등에 의하여 측정하여 왔으나 최근 低壓回路에서는 클램프 리크미터의 개발로 메거와 병용하여 漏洩電流 및 絶緣不良個所의 검출도 간단히 발견할 수 있게 되었다. 또한 電氣設備技術基準 제42조에 규정된 바와 같이 地絡遮斷장치의 적용장소에 누전차단기의 설치의 의무화되어 있다.

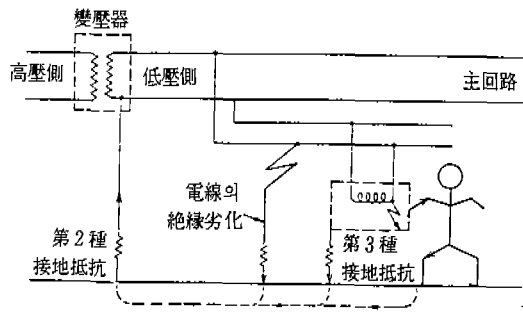
漏電豫防의 목적은

- (i) 感電災害의 방지
- (ii) 漏電災害의 방지

(iii) 마크地絡에 의한 配線機器 등의 파괴 방지 등으로서 누전사고의 방지는 우선 누전사고를 일으키지 않도록 보호설비의 완비, 充電部에 사람이 닿지 않도록 配線機器 등의 絶緣強化와 離隔距離 확보, 혹시 누전의 검출을 발견했을 때는 신속히 電路를 차단하는 장치를 설치함과 아울러 기계외부에 접지공사를 강화하여 이것에 경보장치, 변압기를 절연변압기의 사용으로 누전회로를 만들지 않도록 하는 조치가 필요하다.

3. 機器의 絶緣체크 方法

電氣機器나 施設로부터 大地에 흐르는 누전의 값이 커지면 사용기기, 시설의 燒損, 制御器의 誤動作, 최악의 경우는 감전사고로도 될 수 있다. 그림으로 표시하면 그림 2와 같은 漏電回路



<그림 2> 漏洩電流의 經路

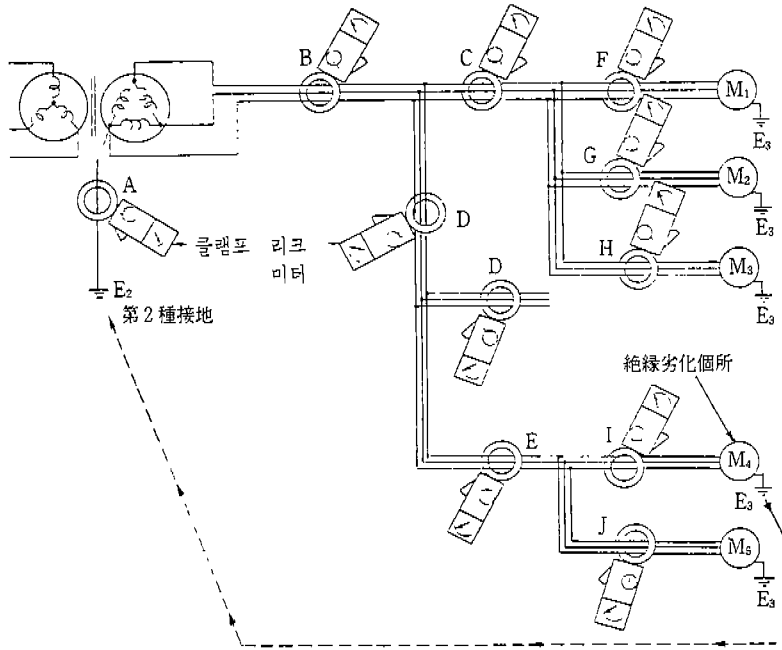
가 된다.

이와 같은 상태를 체크하는 방법은 항상 漏洩電流를 감시하는 수밖에 없다. 체크하는 방법은 일반적으로 좀더 간단한 측정기인 絶緣抵抗計(메거)에 의하여 상시 電氣回路의 絶緣抵抗値를 기록하고 그 값에 의하여 판단하여 왔으나 이경우 停電作業이 따르게 되어 생산감소에 영향이 미치게 되므로 될 수 있는대로 정전작업은 피하지 않으면 안된다.

作業生産 로스를 피한다는 입장에서 無停電 체크를 하려면 변압기에 설치되어 있는 제 2종 접지의 감시밖에 없다. 결국 앞에서도 기술한 바와 같이 클램프 리크미터(Clamp Leak Meter)에 의한 감시가 현재로서는 가장 좋은 판단기준이 되고 있다. 이 漏洩電流의 판단기준은 표 1과 같다.

<표 1> 漏洩電流의 制限値

對 象	電流 mA	備 考	
低壓電路地絡保護指針	人體의 대부분이 水中에 있음	浴槽, 水泳場 또는 사람이 서서 들어갈 염려가 있는 水槽, 池, 沼田 등의 내부에 시설하는 電路의 漏洩電流	
	人體가 물에 젖은 상태, 金屬製品의 電氣機器에 人體가 常時 접촉되어 있는 상태	上記의 주변, 터널工事場 등 습기나 물기가 많은 장소의 電路金屬製品의 電氣機器나 구조물이 상시 접촉되어 취급되는 장소의 漏洩電流	
	통상의 人體狀態에서 電壓과 접촉하면 위험성이 높을 때	사람이 접촉될 염려가 있는 장소의 電路, 住宅, 工場, 事務所에서 직접 電氣設備에 접촉될 때의 漏洩電流	
機器設備施設의 保護	感電防止用 漏電遮斷器의 定格感度電流	5.0 15.0 30	30mA 이하로 한다. 漏電遮斷器테스터 漏電遮斷器용메거
	絶緣抵抗의 基準値로 換算	1.0 (直流)	絶緣抵抗計 活線絶緣抵抗管理裝置 直流 絶緣메거
	微地絡	40	微地絡回路 檢出裝置, 選擇繼電器
	地絡	200	地絡保護裝置, 漏電個所의 探查裝置
	電氣火災	100 이상	漏電火災警報器



〈그림 3〉 클램프 리크 미터에 의한 不良個所探查

機器的 絶縁劣火나 배선 등의 절연불량에 의한 漏洩電流는 그림 2에서 보는 바와 같이 변압기의 저압측에 설비된 제 2종 접지선에 클램프 리크 미터를 삽입하여 實測值로서 종합 漏洩電流를 파악하는 동시에 절연회로의 不良 또는 完全여부를 판단할 수 있다.

三相變壓器 50kV일 때 最大供給電流는 약 137 A이므로 漏洩電流는 $137/2000 \approx 70\text{mA}$ 이하가 되는 셈이다. 클램프 리크 미터로는 電氣設備技術基準의 조건에 따른 電流值를 정확히 체크할 수 있다. 다음에 負荷回路가 많은 機器를 체크할 때의 예를 들어 본다.

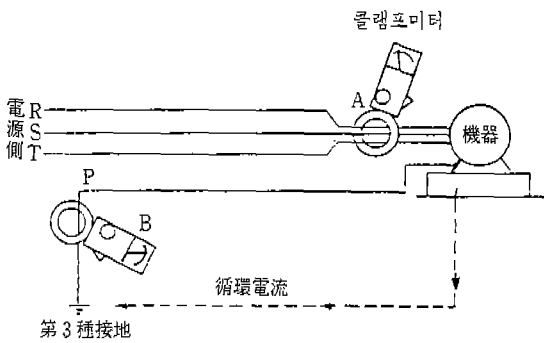
(i) 一般的配電方式: 그림 3은 일반적인 配電方式인데 변압기 Δ - Δ 接續으로 Δ 측의 1相接地의 電路方式이다. 우선 접지되어 있는 제 2종 접지선으로 정기적으로 漏洩電流(그림 A點)의 有無를 측정, 기록해 둔다.

이 漏洩電流는 充電電流와 機器나 電線의 絶縁劣火에 의한 漏洩電流와의 벡터 合이지만 充電電

流는 經年的으로 거의 일정하므로 機器나 電線의 絶縁劣화는 누설전류의 증가분으로 추정된다.

그림 3에 있어서 漏洩電流를 檢知했을 때 부하측에 絶縁劣화가 발생되어 BCDDE의 順次測定을 해가면 1點에서 누전전류가 발생하여 M4의 機器에 絶縁劣화가 생기므로 A點과 같은 漏洩電流值가 나타나는 것을 알게 된다. 또 單相 3線式에서도 똑같은 방법으로 측정한다.

(ii) 機器의 제 3종접지의 접지선이 길 때: 機器의 접지를 부하측의 가까운 곳에서 잡지 않고 수십미터 떨어진 경우가 있다(그림 4과 같은 경우). 그림 4에서 機器의 一次側 A點에서는 누전전류는 零임에도 불구하고 접지선 B點에서 측정하면 P, Q에 부하전류가 誘起한 微蓄電壓에 의하여 機器에서 大地를 통하여 P點의 접지선으로 돌아가는 순환전류가 흐르기 때문이므로 접지선 P, Q를 부하전선, T相으로부터 떼어 놓든가 RST에서 함께 빼돌림으로써 이 문제는 해결된다.



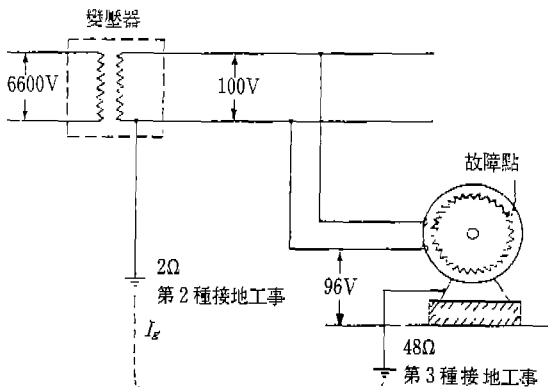
〈그림 4〉 제 3種接地線의 잡는 법

4. 漏電의 測定方法(電壓, 電流)

電氣機器 등 누전에 의하여 금속 케이스에 電壓이 나타났을 때 變壓器의 제 2種 접지공사와 금속 케이스 또는 제 3種 접지공사의 접지저항치에 의한 比例配分電位가 케이스에 발생하게 된다. 變壓器 제 2種 접지공사의 값이 낮을 때에는 케이스의 제 3種 접지공사가 100Ω에서는 사람의 접촉하는 방법에 의하기도 하지만 너무 효과가 없고 또 10Ω에서도 안전은 보장되지 않는다. 그림 5의 計算例에서 알 수 있으리라 생각한다.

$$\text{漏電에서 흐르는 } I_L = \frac{100}{2+48} = 2(\text{A})$$

$$\text{對地電位 } E = 2 \times 48 = 96(\text{V})$$



〈그림 5〉 漏電故障에 의한 對地電位와 地絡電流

실제는 이 제 3種 접지공사의 저항치는 낮아 2~3Ω, 일반적으로 수십Ω의 비교적 높은 電力會社의 제 2種 접지저항치는 역으로 낮으므로 이 접지효과는 충분하다고는 말할 수 없다.

다음에 실제적인 측정방법으로 單相變壓器의 병렬접속일 때에 대하여 설명하기로 한다.

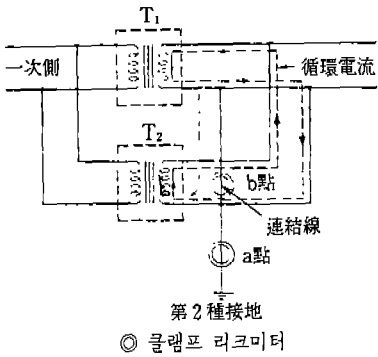
單相變壓器 T₁, T₂를 그림 6과 같이 並列接續하여 사용할 때 연결된 접지선을 사용하면 T₁, T₂ 變壓器의 無負荷電壓이나 %임피던스 등의 相違로 인하여 循環電流가 흘러 이것이 연결된 접지선에도 分流된다. 그러므로 a點에서 측정하였을 때는 漏洩電流가 그대로 나타나지만 b點에서의 측정에는 순환전류의 分流值와의 벡터합이 되어 오차가 커진다.

이 경우 a點에서 측정하여 漏洩電流가 나타나지 않으면 양호한 것이다.

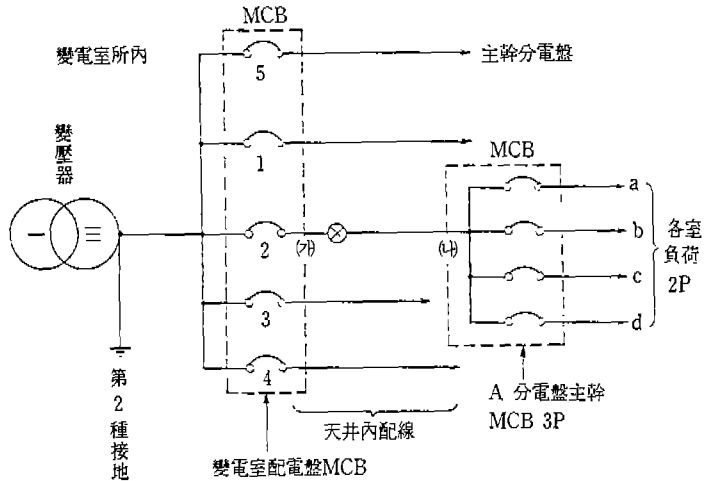
【事故例】

(1) 큰 物資센터에서 電燈回線의 分岐改修工事中, 變電실로부터의 單線結線圖는 그림 7과 같이 되어 있다. 改修作業은 A分電盤內의 배선변경과 증설을 위해 分電盤內 1, 2, 3, 4 各 主幹分電盤 MCB를 개방하고 작업하였다. 돌연 分電盤의 케이스 및 접지되어 있는 배선 등에 인체가 접촉되면 電擊을 느껴 分電盤의 케이스에 접촉할 수 없게 되어 화상을 입을 정도였다. 분명히 이 A회로에 누전이 나타나고 있는 것이다. 조속히 變電室의 主幹 MCB를 개방하고 메거로 絶緣測定을 하였으나 絶緣은 불량이라고는 할 수 없고 각 회로 1, 2, 3, 4의 MCB에서 측정된 것도 이상이 없었다. 이런 경우 變電室의 변압기 제 2種 접지개소에서의 漏洩電流는 검출되지 않았다. 다시 主幹 MCB 1, 2, 3, 4를 투입하여 변압기 제 2種 접지에 리크 미터(Leak Meter)를 삽입하였더니 10A 정도의 전류가 검지되었다.

이번에는 배전반 主幹 1, 2, 3, 4 MCB가 투입되어 있는 것을 순차개방할 때 그 MCB개방과 동시에 리크 미터에 검지되어 있는 電流値는 썩이었다. 이것으로 그 回路에 불량원인이 있는 것



〈그림 6〉 單相變壓器의 並列接續의 探查



〈그림 7〉 電燈回路 單線結線圖

이라고 판단됨으로써 그 회로 MCB의 2차측에서 메거 측정을 해본 결과 메거의 값은 零으로 되어 있으므로 이 회로의 어디엔가 문제가 있다는 것을 알았다.

순차적으로 조사한 결과 單線結線圖의 ⊗印의 개소에서 SV케이블 100cm² 3心の 皮복이 벗겨져 心線의 일부가 鐵骨에 접속되어 있는 것을 발견했다. 현장 천장안에 電燈回線의 幹線에서 당초 시공중 천장뒤로 끌어 배선하였기 때문에 케이블의 被覆이 鐵骨 등에 접촉되어 外傷된 것으로 판단되며 이때문에 皮복이 벗겨져 導線의 일부가 鐵骨을 통하여 변압기의 제2종접지에 돌아가게 되어 사고가 난 것으로서 즉시 사고점을 보수한 결과 이상이 없어졌다.

(2) 국민학교에서의 低壓漏電警報器의 瞬時作動:

어느 국민학교에서 오전 9시 30분경부터 10시 30분경까지 약 1시간 사이에 低壓漏電警報器가 작동하여 경보 버저가 울리는 사고가 매일같이 발생하므로 그때마다 조사하였다. 순서에 따라 電燈電壓器 제2종접지에서 漏洩電流의 有無를 측정하였으나 이상은 없었다. 電燈回線의 각 회로를 개방, 메거 측정하였으나 이것 역시 측정치에 이상을 발견할 수 없었다.

變電室의 主幹開閉器는 MCB이며 각 사용장소의 分電盤, 특히 급식실 分電盤의 分岐回線은 누

전차단기가 설치되어 있다. 事故는 매일같이 반복되고 있어 變電室의 主幹 MCB를 누전차단기로 바꾸어 놓지 않으면 事故點의 발견은 어렵다는 결론이었다.

新規의 누전차단기를 설치할 때까지 동일한 사고가 반복되므로 負荷側을 철저히 점검한 결과 누전차단기가 설치되어 있는 급식실은 이 사고와는 관계가 없다고 믿고 있었으나 우연히 1回路 중설하여 콘센트의 1回路가 노퓨즈 브레이커(No Fuse Breaker) 2p 20A인 것을 발견하였고, 여기서 믹서를 사용하였다는 것을 알았다. 그리고 이 믹서가 가끔 절연불량이고 사고시간대에 사용하였기 때문에 사용과 동시에 누전경보기가 작동하여 버저가 울린 것이며 이때 급식실의 인부들은 長靴를 신고 있었으므로 感電도 느끼지 않고 믹서 사용중에 누전되어 경보가 울렸던 것으로 조사시점에서는 사용되지 않았으므로 上記와 같은 소동이 일어났던 것이다.

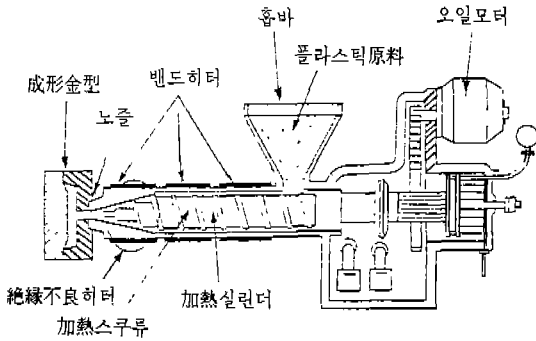
이상과 같은 사고로 인한 사용기기의 누전에 대한 체크는 기본적으로는 變壓器 제2종접지의 漏洩電流의 측정이 제일 먼저이지만 機器 및 使用設備의 변경이 있을 경우에도 하나 하나 대조하면서 체크하는 것이 중요하다. 또 누전차단기

의 체크 월 1회는 반드시 테스트 버튼(Test Button)에 의한 작동을 잊지 말고 확인할 필요가

있다.

(3) 플라스틱 제조업에 있어서 不良機器의 發見:

매월 실시하는 點檢에서 漏洩電流에 의한 機器의 使用 안전을 위해 變압기 제 2 種 접지선에 흐르는 漏洩電流를 측정하는데 일반적인 전기기술자의 작업으로 電燈, 動力의 順序로 漏洩電流를 측정하였으나 정상시의 수치가 똑같고 이상이 없었다. 그런데 動力의 접지선으로부터 클램프 리크 미터를 떼어 놓으려 할 때 1A에 세트하여 놓은 미터의 針이 흔들리지 않았다. 불과 수초간이긴 하지만 레인지(Range)의 세트(Set)를 다시 고쳐



<그림 8> 플라스틱射出 成形機

<표 2>

漏洩電流定値管理票(年度)

번 크	用途 種別	漏洩電流判定値(上段) 및 測定値(下段)												
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
1	電燈													
2	動力													
3	空調													
4	엘리 베이터													
5	電算機													
6	X레이													
7	熔接機													
8														
9														
10														CR

[註1] 用途種別: 1 電燈, 2 動力, 3 空調, 4 엘리베이터, 5 專算機, 6 X레이, 7 熔接機, 8 其他

[註2] 測定値는 「測定致코드表」에 따라 記入한다.

判定値

例1. 測定値 3mA일때
(絶緣不良 없음)

例2. 測定値 100mA일때
(絶緣不良 있음)

例3. 測定値 mA일때
(絶緣不良 있음)

		2	0
1	0	0	3

		2	0
2	1	0	0

		1	7	5
2	A	1	0	

判定値絶緣不良 測定値코드
有無코드

<표 3>

漏洩電流測定點 標示札		뱅크 No. 뱅크用途			
變壓器用 種別코드		漏洩電流測定點變更表	種別	判定値 (mA)	負荷狀態
電 燈	-1 電算機(專用)-5				
動 力	-2 X레이(//)-6				
空調(專用)	-3 熔接機(//)-7				
엘리베이터	-4 其他 -8				

보니 8A가 흘렀다. 이것은 무엇인가 있을 것이라고 판단하여 원인 규명을 위하여 사업소의 책임자에게 이같은 사정을 설명하고 작업중인 플라스틱射出成形機의 電源을 정지할 것을 요청했다. 數臺있는 것을 1臺마다 절연저항을 측정할 결과 절연사항은 어느것이나 나쁠 정도는 아니었다.

그래서 漏洩電流를 成形機 1臺씩 각각의 幹線에서 측정해 보기로 하고 機器에 접촉되지 않도록 주의하면서 운전을 시작하여 漏洩電流가 언제 발생하는가 시간을 두고 리크 미터의 바늘을 지켜보고 있었다. 順次로 측정해 본 결과 어느 한대가 운전중에 누전이 있었다. 이것은 운전동작중 약 10분 정도의 간격으로 플라스틱形에 히터(Heater)의 노즐(Nozzle)부분이 접촉할 때 漏洩電流의 針의 진동이 일치하는 것을 알았다. 결과는 노즐部 히터中の 1개가 絶緣抵抗 0Ω로서 불량이라는 것이 발견되었다.

絶緣이 나쁜 成形機로 작업하고 있었던 것을 전혀 알지 못했던 것은 成形機本體의 접지가 극히 불량하였기 때문이다. 感電事故가 나지 않았던 것은 다행한 일이었다.

이러한 케이스는 특수한 경우이지만 누전체크를 실행하는 것이 사고를 발견하는 것이다. 漏洩電流測定値管理表를 표 2에, 漏洩電流 測定點標示札을 표 3에 표시했다.

5. 漏洩電流의 記錄과 管理

機器의 電流체크는 平常時에 漏洩電流의 測定

値를 기록하고 그 관리를 잘 하는 것이 가장 중요하다. 일단 사고가 발생했을 경우에도 기록을 대조해 가면 사고점은 간단히 찾을 수 있다.

전기안전관리담당기관은 각 사업소에 대하여 漏洩電流測定値 管理表에 의한 관리와 기록을 시행토록 하고 있다. 그 내용은

(1) 變壓器 뱅크수로, 電燈, 動力 등의 用途別로 主變壓器의 제 2 중점지선에 대한 누설전류치를 리크미터에 측정된 값을 기입하여 관리한다.

(2) 측정후의 조치는 漏洩電流値의 기준値를 정하고 그 基準에 대한 變化量의 大小에 의하여 基準値는 對象電路가 절연불량이 없는 건전한 상태에서의 電流 값으로 한다.

$$\boxed{\text{測定値 mA}} - \boxed{\text{基準値 mA}} = \boxed{\text{變化量 mA}}$$

變化量이 15mA 이하일 때는 조치를 취하지 않는다.

(3) 變化量이 15mA를 초과했을 때에는 리크 미터 및 絶緣抵抗計를 併用하여 絶緣不良의 有無를 탐사한다. 또 변압기의 제 2 중점지선에는 리크 미터와 삽입개소에 漏洩電流測定標示札을 붙여 측정개소의 결정표시를 해 둔다.

* * *

機器의 누전체크에 대하여 기술하였으나 누전의 값은 설비마다 다르므로 變壓器 제 2 중점지의 電流値를 체크하면 거의 機器 전체의 상황을 파악할 수 있고 상황에 맞추어 확인하고 조사하면 되는 것이다. 특히 지정된 사업소의 직장에서는 미리 누전차단기의 설치와 함께 機器에 설치하는 접지선은 電氣設備技術基準에 準한 값으로 保護하도록 주의점검할 필요가 있다. 또한 설치된 누전차단기의 보수는 완전하게 하여 機能點檢도 定期的으로 작동을 확인하는 것도 중요하다. 이러한 것들에 의하여 「電氣의 사용은 完全하다」고 말할 수 있게 되고 따라서 일반인의 신뢰에 응하는 것이기도 하다.